

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 37 06 325 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
G 05 B 9/02
G 05 B 23/02
G 06 F 13/36

②① Aktenzeichen: P 37 06 325.1-32
②② Anmeldetag: 27. 2. 87
④③ Offenlegungstag: 8. 9. 88
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 1. 92

DE 37 06 325 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Phoenix Elektrizitätsgesellschaft H. Knümann GmbH
& Co KG, 4933 Blomberg, DE

⑦④ Vertreter:

Blumbach, P., Dipl.-Ing., 6200 Wiesbaden; Weser,
W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Kramer, R., Dipl.-Ing.,
8000 München; Zwirner, G., Dipl.-Ing.,
Dipl.-Wirtsch.-Ing., 6200 Wiesbaden; Hoffmann, E.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦⑦ Erfinder:

Blome, Wolfgang, 4924 Barntrop, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

Hück A.: Verbesserung der Zuverlässigkeit und
Verfügbarkeit von Prozeßleitsystemen. In: Auto-
matisierungstechnische Praxis atp, 28. Jahrgang,
H. 2/1986, S. 75-81;
»elektronikpraxis Nr. 3- März 1986, S. 114-121;
Dan Teodorescu: Bussysteme und Messperipherien.
In: messen prüfen automatisieren, September 1985,
S. 452-458;
Elektronik 16/9.8.1985, S. 68-69;

⑤④ Steuer- und Datennetzwerk

DE 37 06 325 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuer- und Datennetzwerk nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Netzwerk ist aus A. Hück: "Verbesserung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Prozeßleitsystemen" in: Automatisierungstechnische Praxis atp, 28. Jahrgang, Heft 2/1986, Seiten 75 bis 81 bekannt. Auch in "elektronikpraxis" Nummer 3 — März 1986, Seiten 114 bis 121 ist ein ähnliches Netzwerk beschrieben.

Im industriellen Bereich ist es häufig erforderlich, eine aus mehreren oder vielen Bauteilen bestehende Anlage mit größerer räumlicher Ausdehnung zuverlässig zu überwachen und zu steuern. Dazu hat man zunächst zu jedem Bauteil, jeder Maschine, jedem Sensor usw. getrennte Steuer-, Überwachungs- und Energieleitungen verlegt. Insbesondere bei größerer Ausdehnung sowie auch bei späteren Änderungen und Erweiterungen werden dann aber der Aufwand und auch der Platzbedarf für die Vielzahl von Verbindungsleitungen zu hoch. Hinzu kommt, daß eine solche Verkabelung unübersichtlich und schwierig zu warten oder im Störfall zu reparieren ist.

Es ist daher in bekannter Weise schon versucht worden, die einzelnen Anlagenteile zur Steuerung, Überwachung, Datenübertragung und Datengewinnung parallel an einen Bus anzuschalten, beispielsweise einen symmetrischen Zweidrahtbus. Den einzelnen Anlagenteilen sind dazu Anschaltmodule zugeordnet, die jeweils einen Prozessor und zugehörige Bauteile (z. B. Speicher) aufweisen. Ein Leitreechner überträgt über den Bus adressierte Telegramme zu den einzelnen Anschaltmodulen, so daß auf diese Weise Daten und Steuerinformationen zu den Anschaltmodulen gegeben und Antworten von diesen aufgenommen werden können.

Ein Beispiel für eine verteilte Anlage im industriellen Bereich mit Abständen zwischen den einzelnen Bauteilen im Bereich bis zu mehreren 100 m oder mehr ist ein automatisiertes Lager mit einer Vielzahl von Transporteinrichtungen, Lichtschranken, Abstandssensoren, Zählern, Lichtschaltern, Antriebsmotoren usw. Ähnliches gilt für die Steuerung einer großen Krananlage, von Schiffen oder auch bei Fertigungsstraßen und ähnlichem.

In allen Fällen dieser Art kommt es nicht nur darauf an, den Aufwand für das Steuer- und Datennetzwerk möglichst klein zu halten, sondern auch den Betriebsablauf möglichst sicher auch bei Auftreten von Störungen zu gestalten.

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, ein Steuer- und Datennetzwerk nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit weiterzubilden. Die Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben.

Die einzelnen Anschaltmodule eines Steuer- und Datennetzwerkes können also von außen, beispielsweise durch den Leitreechner, durch die einzelnen Anschaltmodule selbst oder auch beispielsweise durch Notschalter in einen Nothaltzustand gebracht werden, in dem beispielsweise Schaltschütze von Motoren, Transporteinrichtungen usw. zum Abfallen gebracht werden. Da die Nothalt-Steuerleitungen allen oder wenigstens bestimmten Anschaltmodulen gemeinsam sind, kann die ganze Anlage stillgesetzt oder in einen gewünschten Zustand gebracht werden, wenn Störungen oder Sicherheitsprobleme auftreten.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. So kann vorgesehen sein, daß die Not-

halt-Steuerleitung im normalen Betriebszustand auf einer bestimmten Spannung gehalten ist. Ein Ausfallen oder Abfallen dieser Spannung stellt dann das Steuersignal dar.

Im Nothaltzustand bringt der Prozessor den Ausgang zweckmäßig in einen vorgegebenen Signalzustand, vorzugsweise den Ausschaltzustand. Wenn dann an den Ausgang ein Schütz angeschlossen ist, kann auf diese Weise ein vom Schütz gesteuerter Motor oder eine andere elektrische Einrichtung abgeschaltet werden.

Zusätzlich kann in weiterer Ausbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß über wenigstens bestimmte Anschaltmodule eine Freigabeleitung durchgeschleift ist, die zu einer Verriegelungsschaltung führt, und daß die Verriegelungsschaltung den Betrieb der Anlage nur dann freigibt, wenn in allen bestimmten Anschaltmodulen ein in Reihe in der Freigabeleitung liegende Relaiskontakt geschlossen wird. Insgesamt kann auf diese Weise die Anlage erst dann in Betrieb gehen, wenn alle oder wenigstens bestimmte Anschaltmodule, über die die Freigabeleitung geschleift ist, den Betrieb freigegeben haben, also den Relaiskontakt geschlossen haben. In entsprechender Weise kann mit Hilfe der Freigabeleitung die gesamte Anlage außer Betrieb gesetzt werden, beispielsweise in den Nothaltzustand gebracht werden, wenn in einem der Anschaltmodule der in der Freigabeleitung liegende Relaiskontakt geöffnet wird.

Da im rauen industriellen Einsatz die elektrische Sicherheit wichtig ist und entsprechende Vorschriften eingehalten werden müssen, ist zweckmäßig jede Eingangsschaltung der Anschaltmodule einschließlich des Busanschlusses (Schnittstelle) und des Steuereingangs über spannungsfeste Optokoppler geführt. Desweiteren müssen in den Anschaltmodulen Kriech- und Luftstrecken entsprechend den jeweiligen Vorschriften eingehalten werden. Darüber hinaus wird zweckmäßig jede Ausgangsschaltung der Anschaltmodule über spannungsfeste Optokoppler geführt, denen Ausgangstreiber nachgeschaltet sind, welche aus einem besonderen Netzteil mit spannungsfester Netztrennung gespeist sind.

Um die Stromversorgung der Anschaltmodule zu vereinfachen, werden sie zweckmäßig aus einer Gleichspannungsquelle (industrielle übliche Gleichspannung von vorzugsweise 24 V) über Gleichspannungswandler mit spannungsfester Netztrennung gespeist.

Der Bus kann zweckmäßig und in an sich bekannter Weise ein symmetrischer Zweidrahtbus sein, der der genormten Schnittstelle RS485 entspricht. Andere übliche Bus-Ausführungen lassen sich ebenfalls verwenden. Desgleichen kann die Verbindung zwischen den einzelnen Anschaltmodulen auch über Lichtwellenleiter erfolgen. Dann ist für jede Übertragungseinrichtung ein besonderer Lichtwellenleiter erforderlich, und die übertragenen Lichtsignale müssen in jedem Anschaltmodul in entsprechende elektrische Signale und anschließend wieder in Lichtsignale umgewandelt werden.

Zur weiteren Verbesserung der Sicherheit und Betriebssicherheit weist zweckmäßig jedes Anschaltmodul eine Überwachungsschaltung auf, die bei einem fehlerhaften Betrieb des Prozessors diesen in den Anfangszustand zurücksetzt und den Leitreechner hiervon in Kenntnis setzt. Eine solche Überwachungsschaltung wird wegen ihrer Funktion auch als "Watchdog" bezeichnet und ist an sich bekannt ("Elektronik", 16/9.8.1985, Seiten 68 bis 69).

Bei Ansprechen der Überwachungsschaltung kann dann der in der Freigabeleitung liegende Relaiskontakt geöffnet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben.

Das in der Zeichnung dargestellte Steuer- und Datennetzwerk weist mehrere Anschaltmodule 10 auf, von denen das zweite Anschaltmodul genauer und das erste, dritte und n-te Anschaltmodul nur schematisch dargestellt sind. Die gestrichelte Linie zwischen dem dritten und n-ten Anschaltmodul deutet an, daß eine beliebige Zahl weiterer Anschaltmodule 10 vorgesehen sein kann. Alle Anschaltmodule 10 sind parallel an einen Bus 11 angeschlossen, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein symmetrischer Zweidrahtbus bekannter Art ist. Der Bus 11 führt zu einem Leitreehner 12, der die Gesamtanlage steuert und überwacht. Als Leitreehner 12 kann beispielsweise ein sogenannter Personalcomputer mit einem zusätzlichen Adapter zum Anschluß an den Bus 11 verwendet werden.

Der Leitreehner 12 tritt mit den Anschaltmodulen 10 durch Übertragung von Telegrammen oder Datenpaketen über den Bus 11 in Verbindung. Die Telegramme werden in Form serieller Bits übertragen. Beispielsweise enthält ein Telegramm außer einem Startflag und einem Stopflag mit jeweils mehreren Bits 21 Bytes an Daten einschließlich einer Adresse, die jeweils einem Anschaltmodul 10 gesondert zugeordnet ist. In den einzelnen Anschaltmodulen 10 werden die an einer bestimmten Stelle der Telegramme stehenden Adressen decodiert, das jeweilige Anschaltmodul spricht nur dann auf das Telegramm an, wenn es seine eigene Adresse erkennt. Als Antwort auf das Telegramm wird dann vom jeweiligen Anschaltmodul 10 wenigstens ein Bestätigungstelegramm zum Leitreehner 12 zurückübertragen gegebenenfalls mit zusätzlichen oder angeforderten Daten oder sonstigen Informationen. Alle Anschaltmodule 10 werden regelmäßig vom Leitreehner 12 durch Übertragung von Telegrammen abgefragt, um sicherzustellen, daß wartende Daten nur mit einer bestimmten Maximalverzögerung vom Leitreehner 12 ausgewertet werden können. Außerdem können die einzelnen Anschaltmodule 12 bei Ausbleiben der regelmäßigen Abfrage einen Stöorzustand erkennen.

Jedes Anschaltmodul 10 enthält, wie das genauer dargestellte zweite Anschaltmodul zeigt, als zentrales Bauteil einen Prozessor 14. Dem Prozessor 14 ist in üblicher Weise ein Speicher 15 mit Zusatzbauteilen zugeordnet, der neben Daten die jeweiligen Steuerprogramme einschließlich eines Betriebssystems enthält. Beim Ausführungsbeispiel wird mit Vorteil ein Doppelprozessor eingesetzt. Ein Teilprozessor erstellt ein serielles Bus-Protokoll mit Geschwindigkeiten bis zu 375 Kbd für die über den Bus 11 zum Leitreehner 12 zurückzuübertragenden Telegramme, die ohne zusätzlichen Wiederholverstärker bis zu 300 m übertragen werden können. Der andere Teilprozessor übernimmt die weiteren Verarbeitungsvorgänge im Anschaltmodul 10 und wird dabei durch das aufwendige Busprotokoll kaum belastet. Der Verkehr zwischen den beiden Teilprozessoren findet über den Speicher 15 statt.

Die über den Bus 11 vom Leitreehner 12 ankommenden Telegramme durchlaufen eine serielle Schnittstellenschaltung 16, die zur sicheren Potentialtrennung entsprechend der schematischen Darstellung einen Optokoppler mit einer Spannungsfestigkeit von 3,5 kV enthält. Wenn der Prozessor 14 nach Decodieren der Adresse feststellt, daß das Telegramm für das eigene Anschaltmodul 10 bestimmt ist, werden die im Telegramm enthaltenen Daten und Befehle aufgenommen

und die jeweiligen Datenverarbeitungsvorgänge durchgeführt. Beispielsweise kann eine der Ausgangsleitungen 18 seiner Ausgangsschaltung 17 eingeschaltet und damit ein vom Anschaltmodul 10 gesteuertes Schütz (nicht gezeigt) betätigt werden. Auch im Falle der Ausgangsschaltung 17 ist zwischen die Ausgangsleitungen 19 des Prozessors 14 und die in der Ausgangsschaltung 17 enthaltenen Treiber für die Ausgangsleitungen 18 ein spannungsfester Optokoppler geschaltet. Die Netztrennung wird vervollständigt durch eine spannungsfeste Stromversorgung 20 für die Treiber der Ausgangsschaltung 17.

Als weiteres Beispiel kann der Prozessor 14 auch auf einen im Telegramm vom Leitreehner 12 enthaltenen Befehl hin Daten zum Leitreehner 12 übertragen, die eine Eingangsschaltung 21 über Eingangsleitungen 22, beispielsweise von einem Sensor (nicht gezeigt), erhalten hat. Die Eingangsschaltung 21 enthält wiederum für alle Eingangsleitungen 22 spannungsfeste Optokoppler in Richtung zu den Eingangsleitungen 23 des Prozessors 14.

Als Besonderheit weisen die Anschaltmodule 10 jeweils eine Nothaltschaltung 24 auf, die ausgangsseitig an den Prozessor 14 angeschaltet und eingangsseitig über einen spannungsfesten Optokoppler mit einer besonderen Ader 25 verbunden ist. Über diese Ader 25 können alle Anschaltmodule 10 in einen vorbestimmten Nothaltzustand gebracht werden, in dem vorzugsweise der Prozessor 14 alle Ausgangsleitungen 18 abschaltet. Im Ausführungsbeispiel liegt die Ader 25, wie schematisch dargestellt, über einen Widerstand 26 im Leitreehner 12 auf einem positiven Potential. Wenn dann an beliebiger Stelle, also im Leitreehner 12, in den Anschaltmodulen 10 oder auf den Verbindungsstrecken die Ader 25 geerdet wird, erkennt die jeweilige Nothaltschaltung 24 dies als Nothaltbefehl und führt die entsprechenden Vorgänge über den Prozessor 14 aus. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß auch bei auftretenden Kabelfehlern oder sonstigen Störungen die Anlage definiert in einen Ruhe- oder Ausschaltzustand gebracht werden kann.

Eine weitere Besonderheit der Anschaltmodule 10 ist eine Freigabeschaltung 27, die eingangsseitig mit dem Prozessor 14 verbunden ist. Ausgangsseitig ist über alle Freigabeschaltungen 27 der Anschaltmodule 10 eine besondere Ader 28 durchgeschleift, die in den Freigabeschaltungen 27 über einen Relaiskontakt 29 führt. In dem jeweils letzten Anschaltmodul 10 führt der Relaiskontakt 29 als Beispiel zu einem positiven Potential. Bei Inbetriebnahme der Anlage wird im jeweiligen Anschaltmodul 10 der Relaiskontakt 29 durch einen Befehl des Prozessors 14 dann geschlossen, wenn das jeweilige Anschaltmodul 10 nach Überprüfung durch den Prozessor 14 einwandfrei arbeitet. Die Gesamtanlage kann dann erst vom Leitreehner 12 in Betrieb genommen werden, wenn die besondere Ader 28 am Eingang des Leitreehners 12 das positive Potential aus dem letzten Anschaltmodul 10 führt und demgemäß alle in Reihe geschalteten Relaiskontakte 29 geschlossen haben.

Die Anschaltmodule 10 weisen darüber hinaus jeweils eine Überwachungsschaltung ("Watchdog") 30 auf, die den Prozessor 14 beispielsweise durch Zählen regelmäßig abgegebener Impulse und periodisches Rückstellen des Zählers überwacht und weitere Überprüfungen durchführen kann und so beispielsweise auch die Betriebsspannungen überwacht. Bei auftretenden Fehlern kann das Anschaltmodul 10 dann in einen definierten Zustand gebracht werden, beispielsweise kann der Pro-

zessor 14 zurückgestellt werden.

Die in einer Anlage verwendeten Anschaltmodule 10 können unterschiedlich ausgelegt sein. Beispielsweise kann die Zahl der Ausgangs- und Eingangsschaltungen 21 bzw. 17 variieren. Es lassen sich auch kombinierte 5 Eingang- und Ausgangsschaltungen einsetzen, die durch Prozessorbefehle für die jeweilige Funktion umgeschaltet werden. Weitere Ausführungen von Anschaltmodulen 10 können statt der digitalen Eingangs- und Ausgangsschaltungen 21 bzw. 17 analoge Eingangs- und Ausgangsschaltungen enthalten, die im Falle der 10 Eingangsschaltungen zugeführte Analogspannungen in Digitalsignale für den Prozessor 14 umsetzen und im Falle der Ausgangsschaltungen je nach zugeführtem Befehl definierte Analogspannungen abgeben. Weiterhin kann ein Anschaltmodul 10 auch eine Wechselspannungs-Eingangsschaltung enthalten, der direkt Wechselspannungen von beispielsweise 220 V zuführbar sind. 15

Patentansprüche

1. Steuer- und Datennetzwerk für eine Anlage mit einer Anzahl von Anschaltmodulen (10), die je wenigstens einen Prozessor (14) mit zugehörigem Speicher (15) sowie zur Verbindung mit zugeordneten 25 Anlagenteilen je wenigstens eine Eingangsschaltung (21) und eine Ausgangsschaltung (17) zur Aufnahme bzw. Abgabe von Daten und Signalen aufweisen, mit einem Leitreechner (12), der die Anschaltmodule (10) über einen Bus (11), an den die Anschaltmodule (10) parallel über eine Schnittstelle 30 (16) angeschlossen sind, mittels adressierter Telegramme aufruft und Daten- und Steuerinformationen an diese überträgt sowie Antworten der Anschaltmodule (10) aufnimmt, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Anschaltmodul (10) eine 35 Steuerschaltung (24) aufweist, deren Eingang an eine gemeinsame Nothalt-Steuerleitung (25) angeschlossen ist, und daß bei Anliegen eines vorgegebenen Steuersignals auf der Nothalt-Steuerleitung (25) die Steuerschaltung (24) den Prozessor (14) veranlaßt, das Anschaltmodul (10) in einen vorbestimmten Nothaltzustand zu bringen. 40

2. Steuer- und Datennetzwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nothalt-Steuerleitung (25) im normalen Betriebszustand auf einer bestimmten Spannung gehalten ist, und daß das vorgegebene Steuersignal durch das Aus- oder Abfallen dieser bestimmten Spannung dargestellt wird. 45

3. Steuer- und Datennetzwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß über wenigstens bestimmte Anschaltmodule (10) eine Freigabeleitung (28) durchgeschleift ist, die zu einer Verriegelungsschaltung im Leitreechner (12) führt, und daß die Verriegelungsschaltung den Betrieb der Anlage erst dann freigibt, wenn in allen bestimmten Anschaltmodulen (10) ein in Reihe in der Freigabeleitung (28) liegender Relaiskontakt (29) geschlossen ist. 50

4. Steuer- und Datennetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Eingangsschaltung (21) jedes Anschaltmoduls (10) einschließlich der Schnittstelle (16) und der Steuerschaltung (24) über spannungsfeste Optokoppler geführt ist. 55

5. Steuer- und Datennetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die

wenigstens eine Ausgangsschaltung (17) jedes Anschaltmoduls (10) über einen spannungsfesten Optokoppler geführt ist, dem ein aus einem besonderen Netzteil (20) mit spannungsfester Netztrennung gespeister Ausgangstreiber nachgeschaltet ist.

6. Steuer- und Datennetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung der Anschaltmodule (10) aus einer Gleichspannungsquelle über Gleichspannungswandler mit spannungsfester Netztrennung erfolgt.

7. Steuer- und Datennetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Bus (11) ein symmetrischer Zweidrahtbus ist.

8. Steuer- und Datennetzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Anschaltmodul (10) eine Überwachungsschaltung (30) enthält, die bei einem fehlerhaften Betrieb des Prozessors (14) diesen in den Anfangszustand zurücksetzt und den Leitreechner (12) hiervon in Kenntnis setzt.

9. Steuer- und Datennetzwerk nach Anspruch 3 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ansprechen der Überwachungsschaltung (30) der in der Freigabeleitung (28) liegende Relaiskontakt (29) geöffnet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

